

11.11.2004

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



EP04/12762

REC'D 14 DEC 2004	
WIPO	PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 58 217.7

Anmeldetag: 12. Dezember 2003

Anmelder/Inhaber: Voith Paper Patent GmbH,
89522 Heidenheim/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Faserstoffbehandlung

IPC: D 21 D 1/34

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 05. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

11.11.2004

VOITH PAPER PATENT GmbH

Verfahren zur Faserstoffbehandlung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Faserstoffbehandlung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Seit langem ist bekannt, dass Zellstofffasern gemahlen werden müssen, damit das später daraus hergestellte Papier die gewünschten Eigenschaften, insbesondere Festigkeiten, Formation und Oberfläche, aufweist. Die weitaus am häufigsten verwendeten Mahlverfahren benutzen Mahlflächen, die mit als Messer bezeichneten Leisten versehen sind, die mit hoher Geschwindigkeit aneinander vorbei bewegt werden. Die entsprechenden Maschinen werden zumeist Messerrefiner genannt. Für Spezialfälle werden auch Mahlverfahren verwendet, bei denen mindestens eine der Mahlflächen messerlos ist, so dass die Mahlarbeit durch Reib- oder Scherkräfte übertragen wird.

Die Wirkung des Verfahrens lässt sich durch Ändern der Mahlparameter in einem weiten Bereich steuern, wobei neben der Höhe der Ausmahlung insbesondere auch unterschieden wird, ob eine stärker schneidende oder stärker fibrillierende Mahlung gewünscht wird. Werden Zellstofffasern gemahlen, so steigt im Allgemeinen ihr Entwässerungswiderstand mit zunehmender Ausmahlung. Ein übliches Maß für den Entwässerungswiderstand ist der Mahlgrad nach Schopper-Riegler.

Die Erhöhung des Mahlgrades wirkt sich bei der Blattbildung auf der Papiermaschine ungünstig aus, wird aber hingenommen, da die bereits genannten Qualitätsmerkmale des Zellstoffes eine überragende Rolle für dessen Einsetzbarkeit spielen. In vielen Fällen werden die Mahlparameter so gewählt, dass der zur Erreichung der geforderten Faserqualität eingetretene Mahlgradanstieg möglichst gering ist. Diese Einflussmöglichkeit ist aber sehr begrenzt. Außerdem kann dadurch die Mahlung kraftwirtschaftlich ungünstiger werden.

Aus der US 4,685,623 ist ein Mahlverfahren bekannt, das mit weniger Energie auskommen soll. Die

zu mahlende Papierfasersuspension wird in enge Keilspalten ("narrow nips") geführt, die sich zwischen einer rotierenden Zentralwalze und mehreren außen daran abrollenden Walzen bilden. Die Keilspalten sind sehr schmal, da die Zentralwalze mit einer Vielzahl von umlaufenden Nuten oder Rillen versehen ist. Die außen liegenden Walzen werden mit einer definierten Kraft gegen die Zentralwalze angedrückt, so dass im Keilspalt ein Entwässern und Quetschen der Fasern erfolgt. Dabei wird ein Teil der Suspension und das in den Keilspalten abgedrückte Wasser quer zur Bewegungsrichtung ab- und in diesen Rillen am eigentlichen Keilspalt vorbeigeführt, um später wieder mit dem bereits gemahlenen eingedickten Faserstoff vermischt zu werden. Auf diese Weise sollen Probleme bei dem Betrieb einer solchen Maschine auch bei größerem Durchsatz vermieden werden. Im Betrieb ist das Gehäuse dieser Apparatur mit Suspension voll gefüllt, welche mit einem einstellbaren Volumenstrom hindurchgepumpt wird.

Um während der Mahlung die Fasern in den Keilspalten festzuhalten, wird in der US-Schrift gefordert, dass die Breite der Keilspalte kleiner ist als die Faserlänge. Das bedeutet allerdings bei einer industriell eingesetzten Mahlmaschine einen hohen apparativen Aufwand.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, ein Verfahren zur Faserstoffbehandlung zu schaffen, mit dem es möglich ist, Zellstoff- oder Papierfasern so zu verändern, dass die Festigkeiten des daraus hergestellten Papiers erhöht werden. Die dabei auftretende Zunahme des Entwässerungswiderstandes soll möglichst geringer sein als bei bekannten Mahlverfahren. Das Verfahren soll für industrielle Mahlmaschinen geeignet sein.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 genannten Merkmale gelöst.

Das Mahlverfahren wirkt überwiegend durch Druckkräfte und vermeidet große Relativbewegungen der Mahlwerkzeuge. Wie später noch erläutert wird, können mit Hilfe eines solchen Mahlverfahrens wesentliche fasertechnologischen Vorteile erzielt werden.

Anders als bei den üblichen Messerrefinern mit hoher Relativgeschwindigkeit zwischen den Mahlwerkzeugen, die zur Schnitt- und/oder Scherbeanspruchung der Fasern führen, werden bei dem hier betrachteten Mahlverfahren die Mahlwerkzeuge in der Mahlzone nicht oder nur sehr wenig relativ

zueinander bewegt. Die eigentliche Mahlbeanspruchung erfolgt daher durch Druckkräfte. Es hat sich aber in vielen Fällen als problematisch erwiesen, Mahlverfahren dieser Art in industriellem Maßstab anzuwenden. Bei der Erzeugung von Papier oder Papier ähnlichen Produkten müssen nämlich ständig sehr große Mengen an Faserstoff für die Papiermaschine zur Verfügung gestellt werden. Soll wenigstens ein Teil der zur Papiererzeugung verwendeten Faserstoffe (es kann auch der gesamte Faserstoff sein) nach dem neuen Verfahren gemahlen werden, müssen die Maschinen für eine beträchtliche Produktionsmenge ausgelegt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren kann beitragen, die Maschinengröße in Grenzen zu halten, da die Effektivität der Faserbehandlung in der Mahlzone aus den genannten Gründen wesentlich gesteigert werden kann.

Die Druckkräfte in der Mahlzone können zu einer kurzzeitigen Entwässerung der Papierfaser genutzt werden, was beim erfindungsgemäßen Verfahren in erster Linie dazu genutzt wird, dass das Wasser kurzzeitig von der porösen Mahlfläche aufgenommen wird. Das neue Verfahren hat mehrere Vorteile:

Zunächst wird die Druckkraft weniger gedämpft auf die Faser übertragen und daher stärker zu ihrer technologischen Veränderung genutzt. Außerdem wird die Faser auf der Mahlfläche fixiert, d.h. sie wird daran gehindert, die Mahlzone unbehandelt zu verlassen. Dieser Effekt tritt im Wesentlichen unabhängig von der Faserlänge auf. Außerdem können bei gleichem Volumen mehr Fasern in die Mahlzone gelangen, da das abgedrückte Wasser fehlt. Dadurch lässt sich die Größe der verwendeten Mahlmaschine entsprechend reduzieren. Außerdem legt sich die Faser unter erheblichem Druck an eine mit vielen kleinen Unebenheiten versehene Oberfläche an, was die Mahlung günstig beeinflussen kann.

In typischen Anwendungsformen befinden sich die Mahlflächen auf Mahlwerkzeugen, die eine Rotationsbewegung ausführen, und zwar derart, dass die in der Mahlzone von den Poren aufgenommene Flüssigkeit nach Verlassen der Mahlzone wieder abgeschleudert wird. Insbesondere bei offenporigen Materialschichten, deren Poren nicht nur mit der Mahlfläche, sondern auch mit anderen Flächen in Verbindung stehen, kann das Aufnehmen von Flüssigkeit und das Abschleudern der Flüssigkeit besonders wirksam durchgeführt werden.

Besonders geeignete Materialien, um eine poröse Mahlfläche zur Durchführung des Verfahrens zu erzeugen, sind Hartmetalle, Chromstahl, Kunststoffe (z.B. Polyäthylen, GFK), Keramik oder Kupferlegierungen. Diese Werkstoffe können gesintert werden. Bekanntlich können aber auch aus Verbundwerkstoffen gezielt offenporige Werkstücke erzeugt werden, die sich für den hier betrachteten Einsatz eignen. Die Porengröße kann individuell den Anforderungen entsprechend zwischen 5 µm und 0,5 mm eingestellt werden.

Die mahltechnologischen Vorteile des Verfahrens sind folgende:

1. Die Faserlänge bleibt wesentlich besser erhalten.
2. Die Faseroberfläche wird nicht oder bedeutend weniger fibrilliert
3. Die spezifische Mahlarbeit zur Erreichung der gewünschten Festigkeiten ist im Allgemeinen geringer.

Vergleichsversuche mit Langfaserzellstoff haben gezeigt, dass zur Erzielung einer Reißlänge von 8 km bei einer Messermahlung 45° SR Mahlgrad entstand und mit dem neuen Verfahren nur 18° SR. Die benötigte spezifische Mahlarbeit lag bis zu 50 % niedriger.

Es ist anzunehmen, dass durch das neue Mahlverfahren die Oberfläche der Fasern so verändert wird, dass sie eine verbesserte Flexibilität und Bindungsfähigkeit erhält, ohne dass Fibrillen aus der äußeren Oberfläche der Fasern herausgelöst werden müssen. Auch die Erzeugung von Feinstoff, also Faserbruchstücken, wird vermieden.

Wird das Verfahren auf rezyklierte Fasern angewendet, können die genannten Vorteile eine besondere Rolle spielen. Rezyklierte Fasern haben bereits mindestens einen, oft sogar mehrere Mahlvorgänge hinter sich, so dass jede weitere Zerkleinerung gerne vermieden wird.

Die Erfindung und ihre Vorteile werden erläutert an Hand von Zeichnungen. Dabei zeigen:

Fig. 1 Detailansicht einer Mahlzone mit leistenförmigen Mahlflächen zur Erläuterung des Verfahrens;

Fig. 2 eine Variante mit zylindrischen Mahlflächen;

- Fig. 3 Teil einer speziellen Mahlvorrichtung;
Fig. 4 eine Mahlvorrichtung mit zentralem Mahlzylinder und peripher angeordneten Mahlwalzen;
Fig. 5 eine Mahlvorrichtung, bei der die poröse Schicht des Mahlzylinders mit einer rückseitigen Spülkammer versehen ist.

Eine besonders geeignete Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens kann einen rotierenden Mahlzylinder 3 aufweisen, an den von außen eine Anzahl von Mahlwalzen 4 angedrückt wird. Auf ihnen befinden sich die Mahlflächen 1 bzw. 2. Die Andruckkraft beeinflusst dabei die Mahlwirkung und kann daher vorzugsweise eingestellt werden. Fig. 1 zeigt einen Teil einer solchen Mahlvorrichtung, insbesondere die Stelle, an der durch das Zusammenwirken von Mahlzylinder 3 und Mahlwalze 4 eine Mahlzone entsteht. Bei dem gezeigten Beispiel sind sowohl Mahlzylinder als auch Mahlwalze mit Mahlleisten 5 bzw. 6 versehen, von denen nur ein Teil eingezeichnet ist. Sie erstrecken sich im Wesentlichen rechtwinkelig zur Bewegungsrichtung der Mahlwerkzeuge und sind gleichmäßig über den Umfang verteilt. Dabei sind die Mahlleisten so dimensioniert und angeordnet, dass in der Mahlzone die Mahlleiste 5 eines Mahlwerkzeuges in die Zwischenräume zwischen den Mahlleisten 6 des anderen Mahlwerkzeuges hineinreicht, wodurch sich dort das dazwischen liegende Volumen verkleinert und in der darin befindlichen Suspension S (durch einen Pfeil angedeutet) ein beträchtlicher Druck aufgebaut wird. Sowohl die Mahlleisten als auch die mit ihnen verbundene zylindrische Außenschicht des entsprechenden Mahlwerkzeuges sind hier aus porösem Material gefertigt. Unter Umständen ist es ausreichend, nur die Mahlleisten aus porösem Material herzustellen und auf dem Mahlzylinder bzw. auf der Mahlwalze zu befestigen.

Wie bereits beschrieben wurde, kann das in der Mahlzone unter erhöhtem Druck stehende Wasser der Faserstoffsuspension in die Poren der Mahlfläche eindringen, wodurch der Faserstoff selbst eingedickt wird. Nach dem Durchlaufen der Mahlzone vergrößert sich das zwischen den Mahlwerkzeugen liegende Volumen wieder, und das Wasser W (durch einen Pfeil angedeutet) kann aus den Poren wieder austreten. Dieser Effekt wird dadurch stark unterstützt, dass beide Mahlflächen rotieren, so dass eine senkrecht zur Mahlfläche wirkende Zentrifugalkraft erzeugt wird. Da die Mahlleisten eine Verzahnung bilden, ist innerhalb der Mahlzone die Relativgeschwindigkeit der beiden Mahlwerkzeuge zueinander gering, wodurch Scherbewegungen und auf die Fasern wirkende Scherkräfte weitgehend vermieden werden. Die Verzahnung hat außerdem auch eine

mahltechnologische Auswirkung, die darin liegt, dass die auf die Fasern einwirkenden Druckkräfte pulsierend auftreten, was in vielen Fällen mahltechnologisch erwünscht ist. Eine andere Anwendung zeigt die Fig. 2 mit zylindrischen Mahlflächen, also solchen, die nicht mit Leisten versehen sind und die zur Durchführung des Verfahrens schlupffrei oder mit geringem Schlupf aneinander abrollen. Man erkennt in dieser Darstellung, dass der Mahlzylinder 1' mit einer porösen Schicht 8' versehen ist und die Mahlwalzen 4' mit einer porösen Materialschicht 7'. In einer anderen nicht gezeigten Ausführungsform kann es auch ausreichen, dass nur eine der beiden Mahlwerkzeuge, die gemeinsam eine Mahlzone bilden, eine poröse Mahlfläche aufweist. Das gilt sowohl für zylindrische Mahlflächen (s. Fig. 2) als auch für leistenförmige (s. Fig. 1).

Die Vorteile, die sich durch das erfindungsgemäße Verfahren bieten, kommen besonders zur Geltung, wenn die Mahlvorrichtung im Betrieb nicht vollständig mit Suspension gefüllt ist. Dieses Prinzip wird an der Fig. 3 exemplarisch erklärt. Man erkennt wiederum einen Mahlzylinder 3, an den mehrere mit diesem verzahnte Mahlwalzen 4 angedrückt werden, von denen hier zwei eingezeichnet sind. Die Mahlflächen sind porös. Da das Gehäuse der Mahlvorrichtung nur zu einem geringen Teil mit Suspension gefüllt ist, wird die Suspension S nach Verlassen der Mahlzone durch Fliehkräfte aus den Zahnzwischenräumen in den freien Raum abgeschleudert und gelangt zur nächsten Mahlwalze. Im freien Raum hat die Flüssigkeit eine wesentlich höhere Dichte als die sie umgebende Luft. Das Wasser, das wegen der Porosität der Mahlflächen beim Durchgang durch die Mahlzone in die Poren gedrückt wurde, kann nun ebenfalls herausgeschleudert werden und zur nächsten Mahlzone gelangen. Die Fig. 3 zeigt darüber hinaus, dass die Mahlleisten die Form einer Evolventenverzahnung haben können, was die Abwälzbedingungen in der Mahlzone optimiert, allerdings bei der Herstellung etwas aufwändiger ist als z.B. die in Fig. 1 gezeigten Mahlleisten. Die Mahlwalzen 4 rotieren hier in einer feststehenden Kulisse 11. Der Mahlzylinder 3 weist an den axialen Stirnseiten ringförmige umlaufende Schultern 12 auf, die das zwischen den Mahlleisten 5, 6 in der Mahlzone gebildete Volumen axial abdichten.

Die in Fig. 4 gezeigte Mahlvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist nur schematisch dargestellt. Man erkennt einen horizontal liegenden Mahlzylinder 3, auf dem sich mehrere überwiegend gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnete Mahlwalzen 4 befinden, wobei im Bereich des Stoffabflusses 13 eine Lücke 9 ohne Mahlwalze gelassen ist. Die Suspension S wird

durch einen Zulauf 14 zugegeben. Das kann über einen Breitspalt erfolgen oder über einen Stoffauflauf, ähnlich wie man ihn von Papiermaschinen kennt. Die Zugabestelle liegt neben dem Stoffabfluss 13 und ist durch ein Führungsblech 15 von diesem abgetrennt. So ist eine Zwangsförderung über fast 360° über den ganzen Umfangsverlauf des Gehäuses 16 gewährleistet. Der Suspensionsstrom durch diese Mahlvorrichtung ist definiert und kann leicht und sicher eingestellt werden. Das Gehäuse ist aus den schon genannten Gründen vorzugsweise nicht vollständig mit Suspension gefüllt. Es kann sich aber ein Suspensionsspiegel am Stoffabfluss 13 bilden. Das Gehäuse 10 kann - wie hier gezeichnet - innen zylindrisch oder gemäß Fig. 3 mit einer Kulisse 11 versehen sein, in der die Mahlwalzen mit geringem Spaltabstand rotieren.

Es ist ohne weiteres möglich, poröse Schichten zu erzeugen, bei denen die Kapillaren-Hohlräume miteinander verbunden sind. Die Entwässerungswirkung lässt sich entscheidend verbessern, wenn das in die Poren hinein gedrückte Wasser nach Verlassen der Mahlzone wieder entfernt wird. Dazu können z.B. Fliehkräfte genutzt werden. Das Wasser wird dann nicht wie z.B. bei Filterelementen ständig in einer Richtung durch die Poren hindurch gedrückt. Vielmehr dienen die Poren als Speichervolumen mit einer Strömungsumkehrung, die die anhaftenden oder eventuell eingedrungenen Feinstoffe sofort wieder fortspült.

Es ist leicht einzusehen, dass die Entwässerungswirkung der porösen Mahlfläche nur dann wirksam einsetzen kann, wenn es gelingt, die Poren von Verstopfungen frei zu halten. Um eventuell diesbezügliche Schwierigkeiten zu vermeiden, kann es zweckmäßig sein, auf der Rückseite der porösen Schicht (also der der Mahlfläche gegenüber liegenden Seite der Schicht) eine Spülkammer vorzusehen. Diese kann im Bedarfsfalle mit unter Druck stehendem Wasser gespeist werden. Eventuell wird das Wasser mit geeigneten Reinigungsmitteln vermischt. Eine einfache Möglichkeit, eine solche Spülkammer 17 zu realisieren, zeigt die Fig. 5 am Beispiel eines Mahlzylinders 3'', der peripher mit Mahlwalzen 4' umgeben ist. Bei diesem Beispiel werden die Spülkammern 17 dadurch gebildet, dass zwischen der durchgehend porösen Materialschicht 8' und dem Zylinderkörper des Mahlzylinders 3'' Abstandsleisten 18 angebracht sind, zwischen denen die Volumina der Spülkammern 17 gebildet werden. Das Spülwasser wird durch Leitungen 19 zugegeben. Selbstverständlich kann diese hier an zylindrischen Mahlflächen gezeigte Ausführungsform mit Spülkammern 17 auch an anderen Mahlflächen-Formen verwendet werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Mahlung von wässrig suspendierten Papierfasern oder Zellstofffasern, bei dem der Faserstoff durch mindestens eine Mahlzone geführt wird, die zwischen Mahlflächen (1, 2) liegt,
bei dem die Mahlflächen (1, 2) auf gegeneinander gedrückten Mahlwerkzeugen liegen, wodurch mechanische Mahlarbeit so auf die Fasern übertragen wird, dass sich die Festigkeiten des daraus hergestellten Papiers ändern,
wobei die Mahlflächen (1, 2) relativ zueinander so bewegt werden, dass die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Faserstoff und den Mahlflächen, in Haupt-Bewegungsrichtung der Mahlflächen gesehen, an der Stelle, an der sich zwei Mahlflächen (1, 2) in der Mahlzone am nächsten sind, höchstens 10 % der Absolutgeschwindigkeit der am schnellsten bewegten Mahlfläche ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindesten eine der in der Mahlzone zusammenwirkenden Mahlflächen (1, 2) porös ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass beide in der Mahlzone zusammenwirkenden Mahlflächen (1, 2) porös sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass die poröse Mahlfläche (1, 2) durch eine mindestens zur Mahlfläche (1, 2) offenporige Materialschicht (7, 7', 8, 8') gebildet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Materialschicht (7, 7', 8, 8') aus gesintertem Material besteht.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

dass die Materialschicht (7, 7', 8, 8') überwiegend aus Chromstahl besteht.

6. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Materialschicht (7, 7', 8, 8') überwiegend aus Hartmetall besteht.
7. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Materialschicht (7, 7', 8, 8') überwiegend aus einer Kupferlegierung besteht.
8. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Materialschicht (7, 7', 8, 8') überwiegend aus Keramik besteht.
9. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Materialschicht (7, 7', 8, 8') überwiegend aus Kunststoff besteht.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Schichtdicke der Materialschicht (7, 7', 8, 8') mindestens 1 mm und höchstens 30 mm,
vorzugsweise 10 - 20 mm, beträgt.
11. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mittlere Porenweite der porösen Mahlfläche (1, 2) kleiner ist als 0,5 mm.
12. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Faserstoff und den Mahlflächen in Haupt-
Bewegungsrichtung der Mahlflächen (1, 2) gesehen, an der Stelle, an der sich zwei Mahlflächen

(1, 2) in der Mahlzone am nächsten sind, kleiner als 5 % der Absolutgeschwindigkeit der am schnellsten bewegten Mahlfläche(1, 2) ist.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Relativbewegung der Mahlflächen (1, 2) in der Mahlzone eine Abwälzbewegung ist.
14. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die mechanische Mahlarbeit durch Komprimieren des Faserstoffes übertragen wird.
15. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eine Mahlfläche (1, 2) mit Mahlleisten (5, 5', 6, 6') versehen ist, die quer zur Haupt-Bewegungsrichtung der bewegten Mahlfläche verlaufen.
16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mahlleisten (5, 5', 6, 6') eine Höhe von mindestens 2 mm und eine Breite in Bewegungsrichtung der bewegten Mahlflächen von mindestens 2 mm aufweisen.
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass beide Mahlflächen (1, 2) mit quer laufenden Mahlleisten (5, 5', 6, 6') versehen sind.
18. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Absolutgeschwindigkeit mindestens einer Mahlfläche (1, 2) auf einem Wert zwischen 5 und 30 m/sec gehalten wird.
19. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Mahlflächen (1, 2) so gegeneinander gedrückt werden, dass in der Mahlzone eine Linienkraft zwischen 2 und 10 N/mm entsteht.

20. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens eines der Mahlwerkzeuge Hohlräume aufweist, die in der Mahlzone so bewegt werden, dass sie die Suspension (S) durch die Mahlzone in Bewegungsrichtung der Mahlwerkzeuge transportieren.
21. Verfahren nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Hohlräume außerhalb der Mahlzone von den Fasern geleert werden.
22. Verfahren nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Leerung der Hohlräume durch Fliehkräfte erfolgt.
23. Verfahren nach Anspruch 20, 21 oder 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass eines der Mahlwerkzeuge ein Mahlzylinder (3, 3', 3'') ist und dass die übrigen Mahlwerkzeuge hierzu parallel angeordnete Mahlwalzen (4, 4') sind, die an der Umfangsfläche des Mahlzylinders (3, 3') in eine Abwälzbewegung versetzt werden.
24. Verfahren nach Anspruch 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Mahlzylinder (3, 3', 3'') angetrieben wird und dass die Mahlwalzen (4, 4') um raumfeste Achsen rotieren.
25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24,
dadurch gekennzeichnet,

dass der Mahlzylinder (3', 3'') mit zylindrischer poröser Oberfläche versehen ist und dass sich die Hohlräume am Umfang der Mahlwalze befinden.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25,
dadurch gekennzeichnet,
dass Mahlzylinder (3, 3', 3'') und Mahlwalzen (4, 4') im Wesentlichen waagrecht liegen und
dass die Richtung des Suspensionstransportes durch die verwendete Mahlvorrichtung im
Wesentlichen die der Umfangsbewegung des Mahlzylinders ist.
27. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Druckkräfte zur Mahlung der Papier- oder Zellstofffasern an Flächen übertragen
werden, an denen sich die Mahlwerkzeuge aneinander abwälzen.
28. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 27,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Durchmesser des Mahlzylinders (3, 3', 3'') mindestens das 1 1/2-Fache,
vorzugsweise mindestens das Doppelte des Durchmessers der Mahlwalze (4, 4') beträgt.
29. Verfahren nach Anspruch 28,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mahlwalzen am Umfang des Mahlzylinders (3, 3', 3'') dicht benachbart angeordnet
werden, so dass an einem Mahlzylinder möglichst viele Mahlzonen gebildet werden.
30. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Mahlung an einer stetig durch die verwendete Mahlvorrichtung geführten Suspension
durchgeführt wird.
31. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass die wässrige Suspension in die verwendete Mahlvorrichtung mit einer Konsistenz von 1 - 6 % zugeführt wird.

32. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 30,
dadurch gekennzeichnet,
dass die wässrige Suspension in die verwendete Mahlvorrichtung mit einer Konsistenz von 6 - 15 % zugeführt wird.
33. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 30,
dadurch gekennzeichnet,
dass die wässrige Suspension in die verwendete Mahlvorrichtung mit einer Konsistenz von 15 - 25 % zugeführt wird.
34. Verfahren nach einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Kraft, mit der die jeweils eine Mahlzone bildenden Mahlwerkzeuge zusammengedrückt werden, einstellbar, insbesondere für verschiedene Mahlzonen unterschiedlich einstellbar ist.

Zusammenfassung:

Das Verfahren dient zur Mahlung von einer Papierfasersuspension (S). Diese wird zwischen zwei Mahlflächen (1, 2), die auf gegeneinander gedrückten Mahlwerkzeugen liegen, überwiegend durch Druckkräfte gemahlen, da sich die Mahlwerkzeuge in der Mahlzone nicht oder nur sehr wenig relativ zueinander bewegen. Die Mahlflächen (1, 2) sind porös ausgeführt, so dass sie einen Teil des Wassers (W) der Papierfasersuspension (S) kurzzeitig aufnehmen können. Als Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens ist eine Anordnung mit zentralem Mahlzylinder (3) und peripher angeordneten Mahlwalzen (4) besonders gut geeignet. Die Mahlflächen können zylindrisch ausgeführt oder mit einer Verzahnung versehen sein.

(Fig.1)

1/3

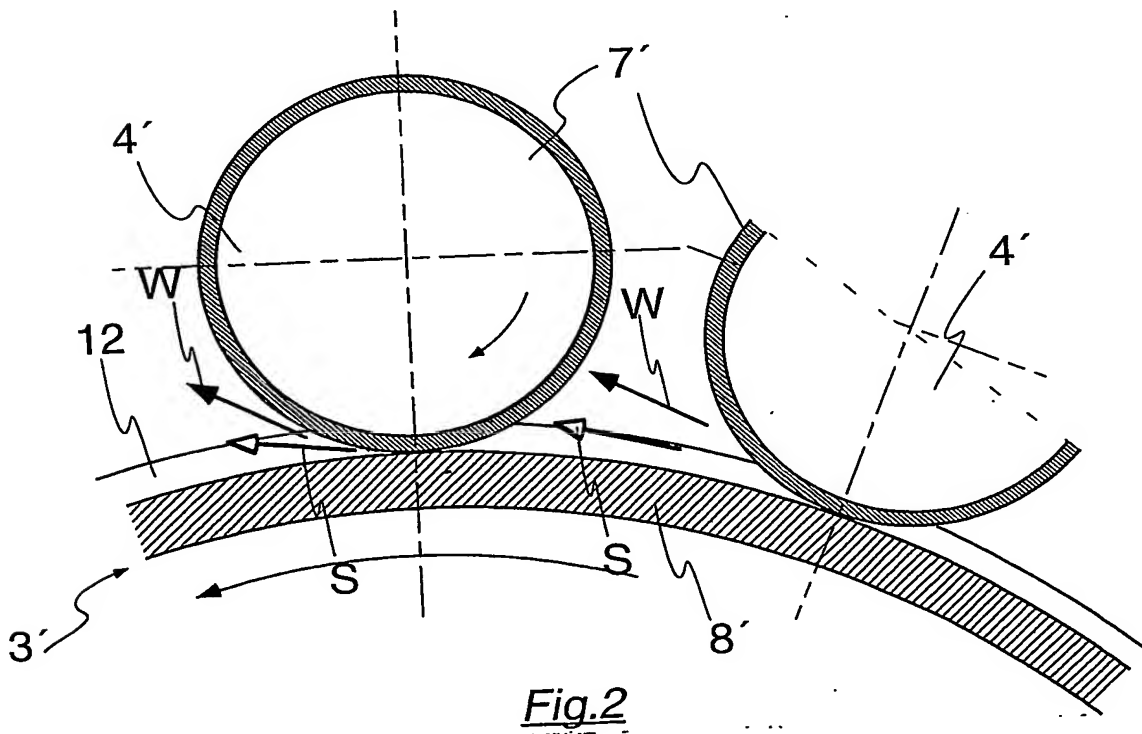
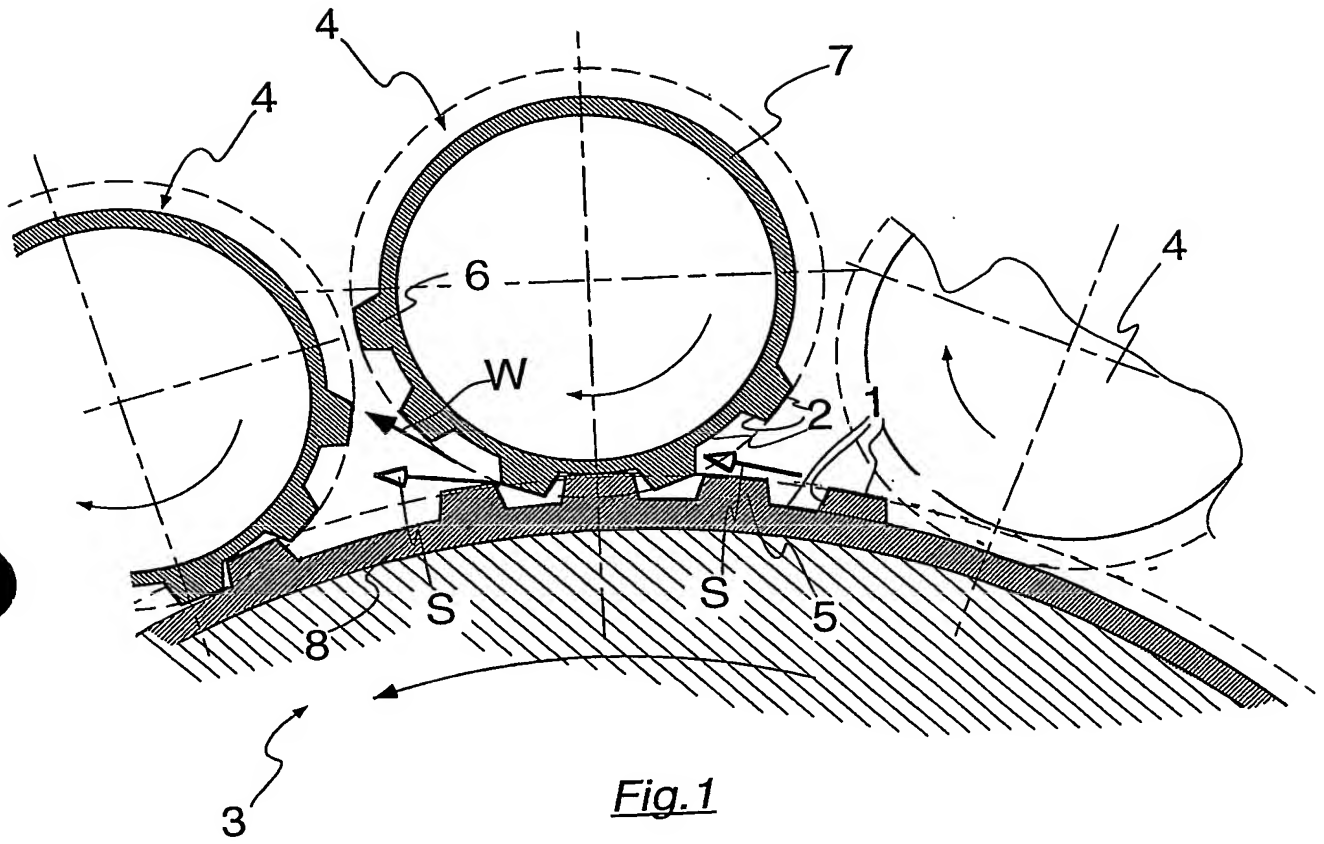


Fig.3

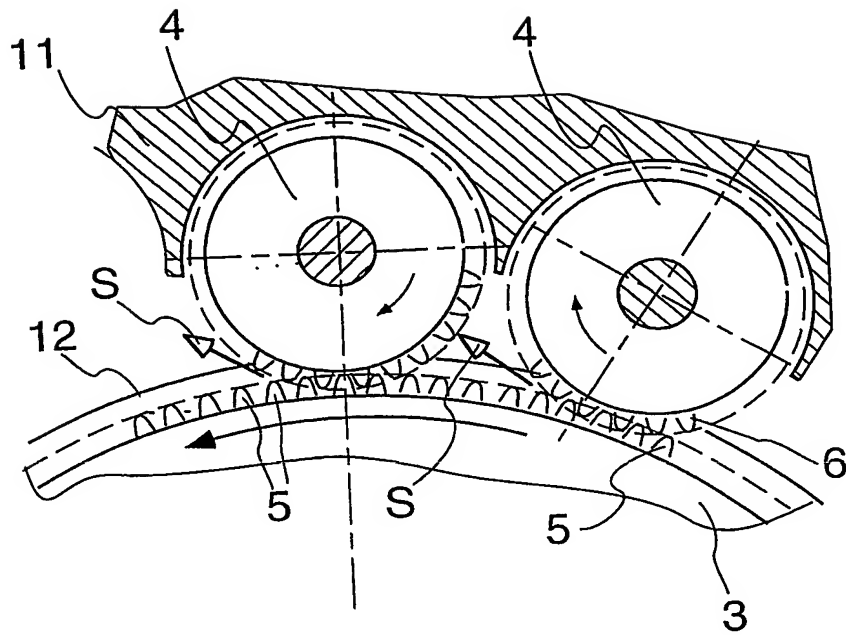
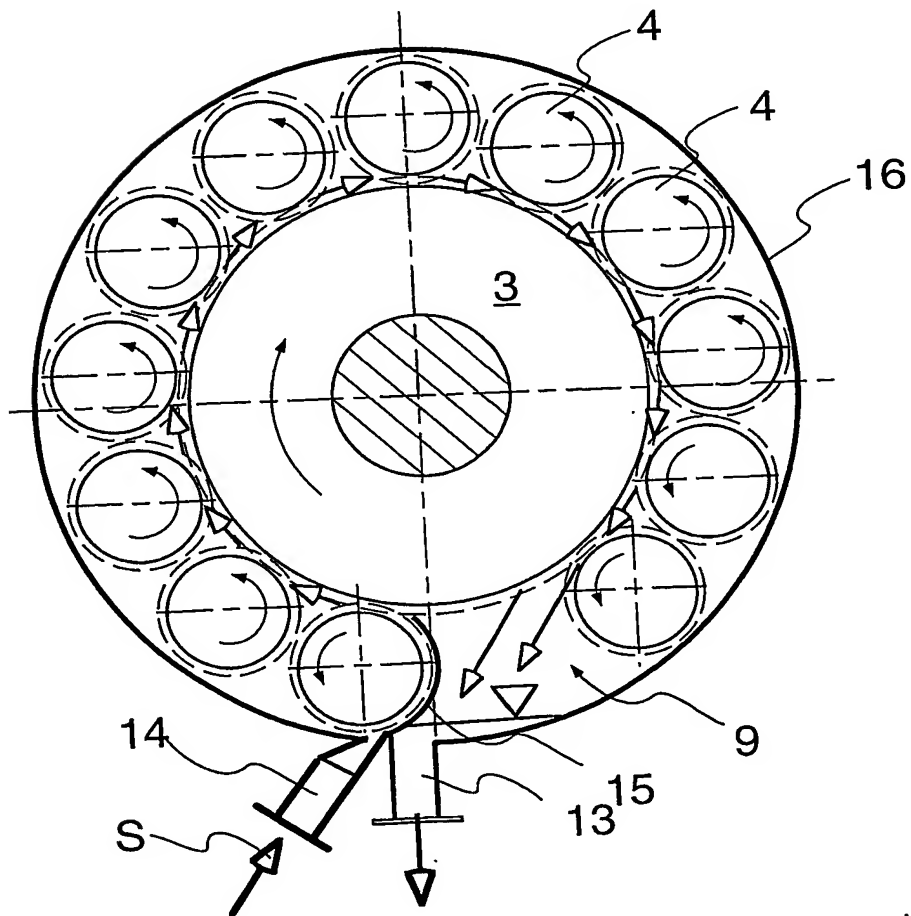


Fig.4



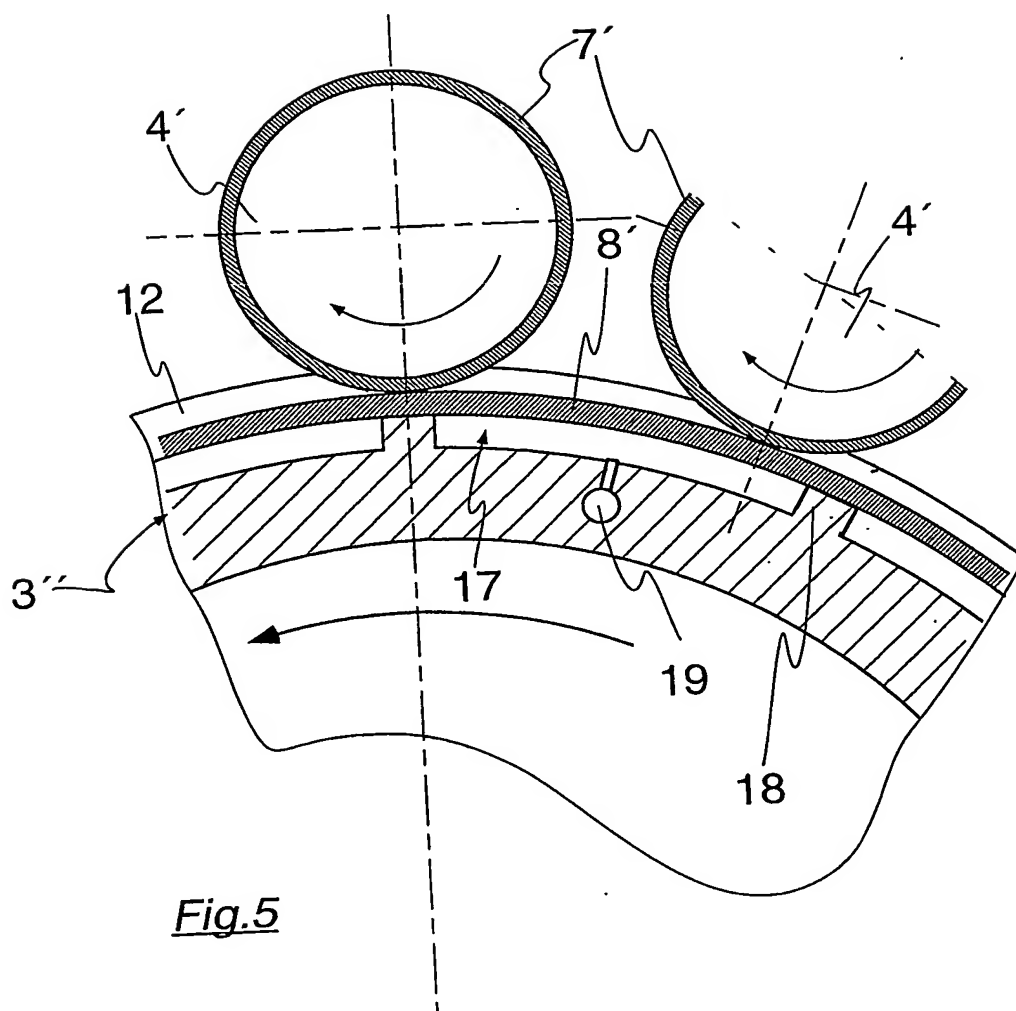


Fig.5

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.